

常時微動アレー観測による表層地盤の平均 S 波速度の推定

国土交通省国土技術政策総合研究所 正 長尾 毅, 西守男雄, 正 宮田正史
芝浦工業大学 正 紺野克昭 運輸施設整備事業団 正 ○石田 誠 関東学院大学 正 規矩大義

1. はじめに

地盤の S 波速度構造の正確な把握は耐震工学および地震防災工学の観点から非常に重要である。地盤の S 波速度構造を把握するためのもっとも信頼性の高い手法は速度検層試験の実施であるが、その実施には経済的な負担が大きい。また N 値より推定する場合には推定誤差の問題がある。このために筆者らは常時微動アレー観測による平均 S 波速度の推定法を提案しており、これまでに微動観測によって N 値によるよりも精度良く平均 S 波速度を推定できることを示した¹⁾。ただし、精度確認は、おもにⅡ種およびⅢ種地盤を対象としており、Ⅰ種地盤への適用性については未確認であった。本研究では、Ⅰ種地盤への適用性を含めて適用性を検証する。

2. 解析内容

常時微動鉛直成分に卓越すると考えられるレイリー波の振幅は、地表面付近で大きく、鉛直下方に向かって指数関数的に減少するという性質を持つ。レイリー波の位相速度は、波長（周期）が長くなると一般的に大きな値を示すが、その理由は、波長が長い場合は深い位置まで振幅を有するので、位相速度が深い位置の S 波速度の影響を受けるためである。このことは、レイリー波の特定の波長における位相速度から、地盤の平均的な S 波速度が推定できる可能性があることを示唆している。このため、筆者らは、PS 検層の実施されている東京都および神奈川県内の 85 地点および全国の港湾・空港地域 40 地点の合計 125 地点を対象に、波長 λ における基本モードレイリー波の位相速度 $C(\lambda)$ と深さ x までの地盤の平均 S 波速度 V_{sx} の相関を検討し、両者がほぼ等しくなる値として表-1 に示す関係を得ている¹⁾。なお、地盤の平均 S 波速度は、走時で重み付けした値である。

本研究では、全国で速度検層が実施されている 38 地点を対象に、平均 S 波速度の実測値と微動より直接推定した値の相関を検討した。図-1 に結果を示す。表-2 には、平均 S 波速度推定値と実測値の比の値の分布を示した。ここで、 RV_{sx} は微動観測による平均 S 波速度の推定値と速度検層による実測値の比により定義される推定精度を示す。平均 S 波速度は、位相速度より直接、精度良く推定できることが分かる。 RV_{sx} の標準偏差は 0.15 未満であり、特に $V_{s20} \sim V_{s55}$ までは 0.12 以下であり、精度は高いと判断される。 RV_{sx} の平均値は、 V_{s20} 以上については 1.04~1.08 となり、1.0 を数%程度上回る結果となった。この理由としては、波長の長い領域において観測位相速度が理論位相速度を上回る地点が比較的多かったことが原因と考えられる。よって、観測の精度がさらに向上すれば、推定値と実測値の比の平均値は 1.0 に近付くことが期待される。ただし、土層の中間に極端な低速度層が含まれ、その深さに対応する平均 S 波速度は低下するものの位相速度は減少しない場合は、観測の誤差が全くない場合でも比の値は 1.0 を上回る事となる。

3. まとめ

常時微動アレー観測より地盤の平均 S 波速度が直接精度良く推定できることが分かった。常時微動アレー観測は容易かつ経済的に実施できるため、今後は、地盤種別分類やサイスミック・ゾーニングなどへの積極的な適用が考えられる。なお、本研究は運輸施設整備事業団基礎研究制度の助成を受けて行ったものである。

参考文献

- 1) 長尾 毅, 紺野克昭(2002): 常時微動アレー観測に基づく表層地盤の平均 S 波速度推定精度に関する研究, 土木学会論文集, No.696, I -58, pp.225-235
- 2) 紺野克昭, 片岡俊一(2000): レイリー波の位相速度から地盤の平均 S 波速度を直接推定する方法の提案, 土木学会論文集, No.647, I -51, pp.415-423

表-1 位相速度と平均 S 波速度の関係

V_{sx}	$C \text{ (}\lambda\text{)}$
$V_s 10$	$C \text{ (15)}$
$V_s 15$	$C \text{ (20)}$
$V_s 20$	$C \text{ (30)}$
$V_s 25$	$C \text{ (35)}$
$V_s 30$	$C \text{ (40)}$
$V_s 35$	$C \text{ (50)}$
$V_s 40$	$C \text{ (55)}$
$V_s 45$	$C \text{ (60)}$
$V_s 50$	$C \text{ (70)}$
$V_s 55$	$C \text{ (75)}$
$V_s 60$	$C \text{ (80)}$

表-2 平均 S 波速度推定精度

V_s	RV_{sx}		
	範囲	平均値	標準偏差
$V_s 10$	0.79~1.26	1.01	0.14
$V_s 15$	0.73~1.24	1.00	0.12
$V_s 20$	0.85~1.39	1.06	0.12
$V_s 25$	0.85~1.35	1.05	0.11
$V_s 30$	0.86~1.34	1.04	0.11
$V_s 35$	0.88~1.38	1.07	0.12
$V_s 40$	0.87~1.35	1.06	0.12
$V_s 45$	0.86~1.35	1.06	0.12
$V_s 50$	0.87~1.37	1.08	0.12
$V_s 55$	0.86~1.35	1.07	0.12
$V_s 60$	0.85~1.33	1.07	0.13

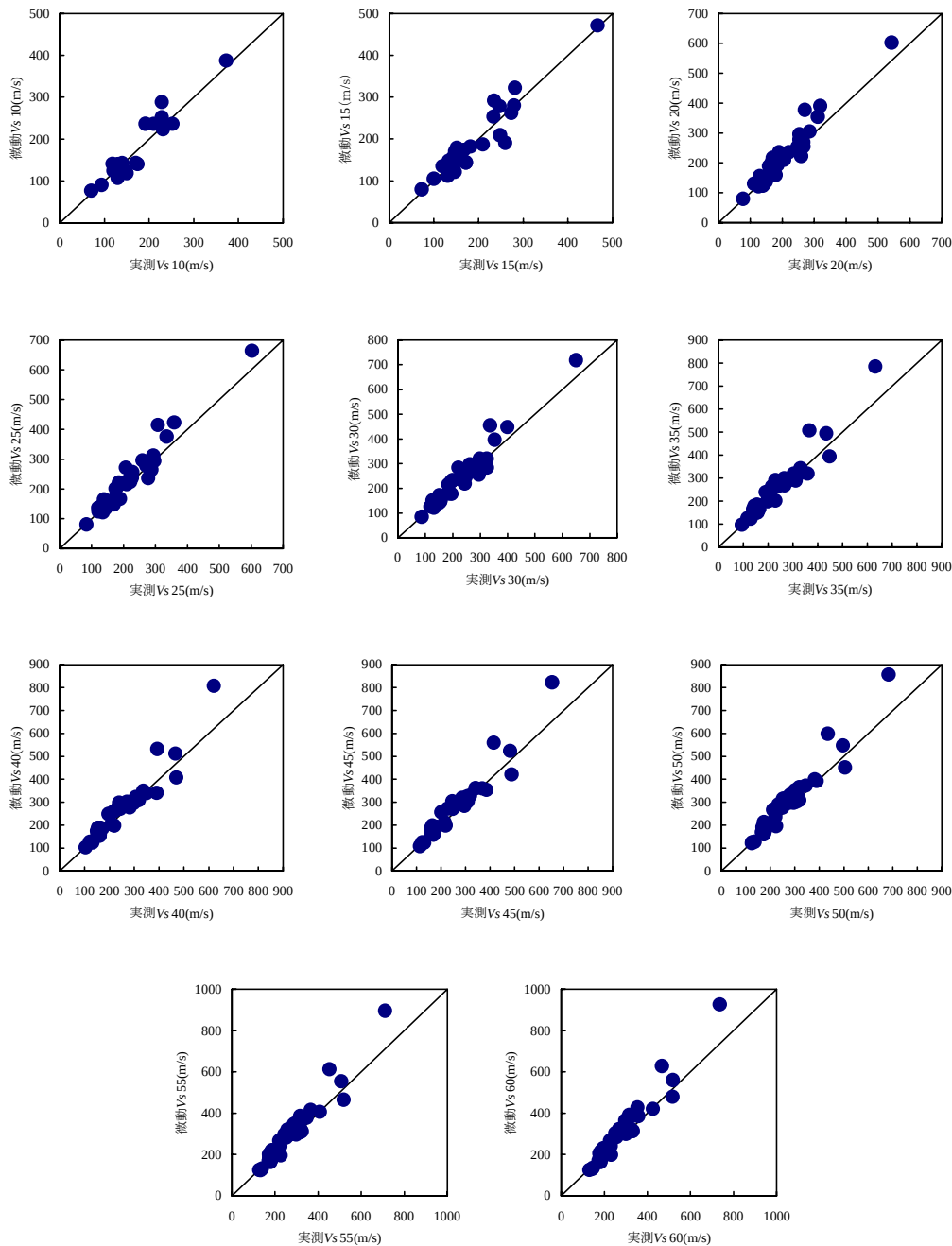


図-1 平均 S 波速度推定精度